Choix de la régulation

Il est peu cohérent d'installer une nouvelle chaudière sans y associer une régulation performante qui valorise les capacités des nouvelles chaudières et permet un contrôle précis de la température ambiante.

- **La régulation des chaudières**
- **La régulation de la distribution**
- **La régulation locale**
- **L'emplacement des capteurs**
- **L'intermittence et la dérogation**
- **Analogique ou digital ?**
- **Fonctions annexes**
- **Gestion Technique Centralisée (GTC) ?**

- **Synthèse : les 6 principes de base**
- **Cas particulier des petits bâtiments**

La régulation des chaudières

Réduire les pertes des chaudières

Adapter la température de l'eau

Autrefois, la logique de base était la suivante : puisque l'on ne savait pas à quel moment il y aurait des besoins de chaleur (demande de la zone nord, du ballon d'eau chaude sanitaire, ...), la chaudière était maintenue sur son aquastat à température élevée en permanence. Les pertes étaient élevées, les chaufferies étaient surchauffées, idéales pour faire sécher un vêtement détrempé ! Pour les chaudières gaz atmosphériques, la perte de rendement était importante car le foyer, surmonté de la cheminée, se refroidissait en permanence !

Ces 20 dernières années, une amélioration est apparue : la température de maintien de la chaudière est liée à la température extérieure. On parle d'une régulation glissante sur sonde extérieure. La chaudière est réglée à 80° en janvier et à 50° en avril, sauf si une limite basse est prévue pour les besoins de l'eau chaude sanitaire ou pour des raisons de condensation.

Aujourd'hui, avec l'apparition de la régulation numérique, une nouvelle logique apparaît : ce sont les circuits consommateurs qui vont définir la température minimale de chauffe. Si le circuit sud demande une température d'eau de 35°C, et le circuit nord de 43°C, la chaudière sera informée qu'une température de 48°C est suffisante. A présent, la régulation numérique peut avertir la chaudière des besoins des consommateurs et la chaudière peut se maintenir à très basse température sans risque de corrosion, si elle est conçue "très basse température". C'est l'énergie qui est gagnante puisque les pertes sont limitées au minimum.

concevoir

Attention, ce type de régulation a ses limites dans certaines situations :

•Une installation combinée alimentant à partir du même collecteur primaire un échangeur instantané (échangeur à plaques) pour la production d'eau chaude sanitaire.

•La combinaison de plusieurs chaudières, régulées en cascade, d'une boucle primaire fermée et de circuits secondaires équipés de vannes mélangeuses.

Réguler les chaudières et les brûleurs en cascade

Si l'option a été prise de :

- diviser la puissance à installer en plusieurs chaudières,
- choisir des brûleur 2 allures (gaz ou fuel).

L'ensemble doit faire l'objet d'une régulation en cascade.

concevoir

Pour en savoir plus sur le nombre de chaudières et sur le type de brûleur à choisir consultez le cours de technologie chauffage : conception d'une chaufferie : le choix de la chaudière.

Cette fonction est prévue dans la plupart des régulateurs modernes qui permettent de gérer en cascade plusieurs chaudières équipées de brûleurs à 2 allures.

Attention, il ne faut pas perdre de vue que la gestion des chaudières en cascade implique le placement de vannes motorisées sur chaque chaudière et commandées par le régulateur.

Protéger les chaudières classiques

Si le choix de la chaudière s'est porté sur une chaudière traditionnelle ne pouvant pas travailler en très basse température, il faudra que la régulation soit adaptée aux prescriptions du fabricant de la chaudière. Ces prescriptions sont le plus souvent :

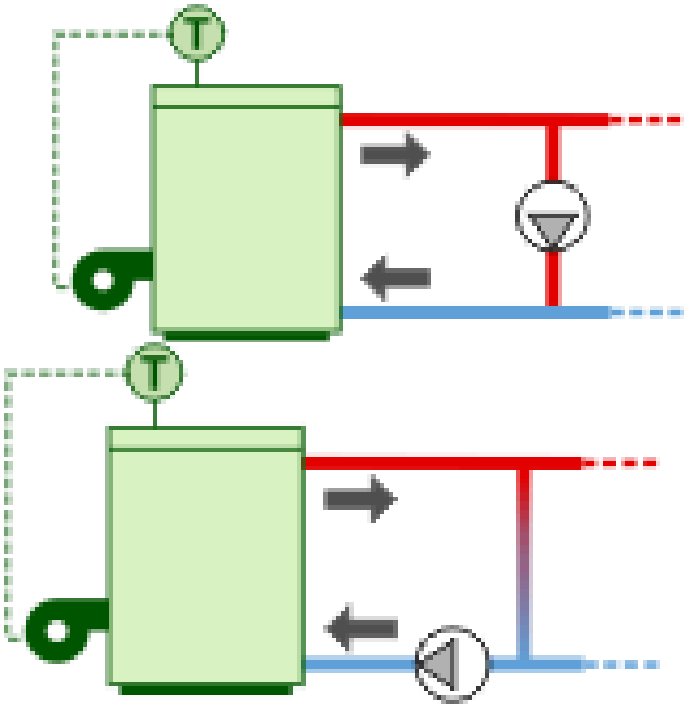
- un débit minimal (généralement fixé à un tiers ou à la moitié du débit nominal),

- une température minimale de l'eau de retour (généralement 55° ou 60°C).

Voici quelques exemples de ce que peuvent imposer les fabricants de chaudières.

Circulateur de recyclage

Les exigences de débit et de température de retour minimaux sont généralement rencontrées par la présence d'une pompe de charge (ou pompe de recyclage) en by-pass de l'installation ou, mieux, en série avec le générateur. Le débit minimal d'alimentation de la chaudière est assuré, même si les circuits se ferment, et l'eau froide de retour des radiateurs est mélangée à l'eau chaude venant de la chaudière.



Pompe de recyclage permettant un débit permanent dans la chaudière et le maintient du température minimale de retour.

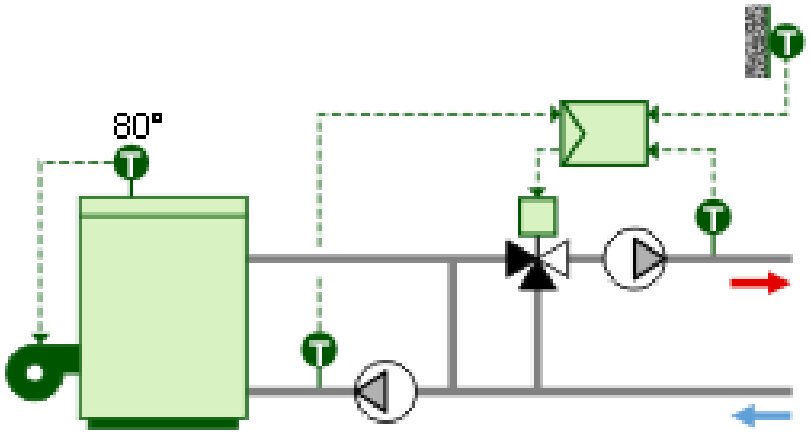
Commande des chaudières en fonction de la température de départ et de retour

Une alternative pour éviter des retours de température trop froids est de choisir un régulateur qui permet une régulation de l'enclenchement des chaudières en fonction de la température de départ et en fonction de la température de retour : le brûleur s'enclenchera si la température de retour ou la température de départ est trop basse.

Ouverture progressive des circuits secondaires

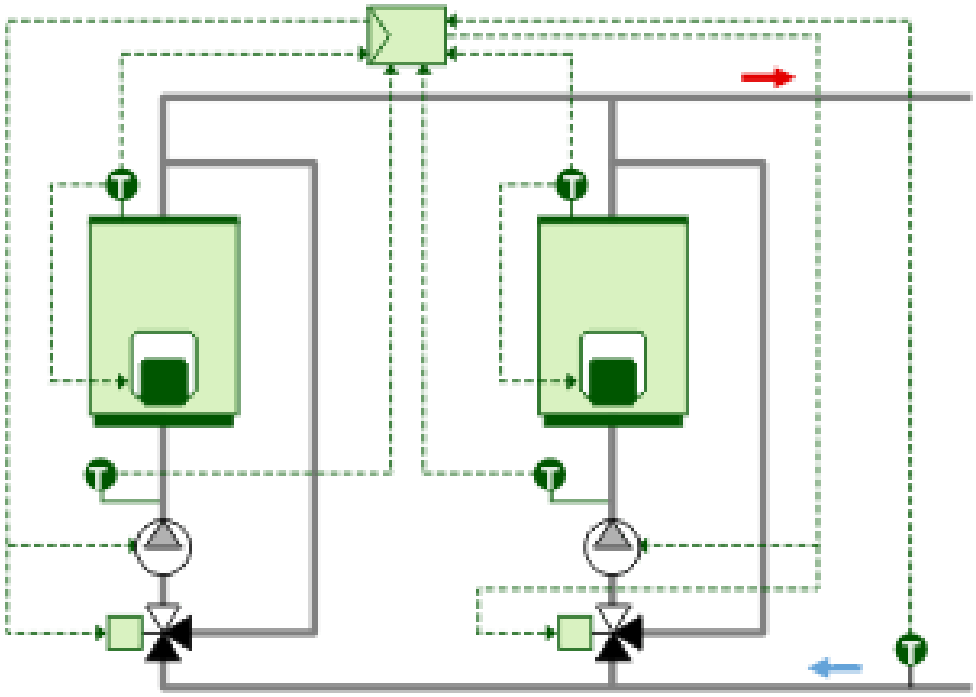
Mais des risques subsistent le lundi matin, lorsque tous les circuits sont ouverts et envoient vers la chaudière de l'eau à 15°C ! ... Condensations internes corrosives, chocs thermiques, ... peuvent diminuer la durée de vie de la chaudière. On peut dès lors faire mieux : le(s) régulateur(s) de départ des circuits secondaires peuvent limiter leur ouverture de telle sorte que le mélange (by-pass + retour) ne descende jamais sous les

60°C. Le lundi matin, au démarrage de l'installation, les vannes ne laisseront passer qu'un faible débit d'eau vers les radiateurs pour que progressivement toute l'eau de l'installation se réchauffe. Cette fonction est intégrée aux régulateurs actuels.



Une sonde à l'entrée de la chaudière empêche la (ou les) vanne(s) de s'ouvrir si cette température descend au-dessous de 55°C, par une priorité sur l'action du régulateur en fonction de l'extérieur.

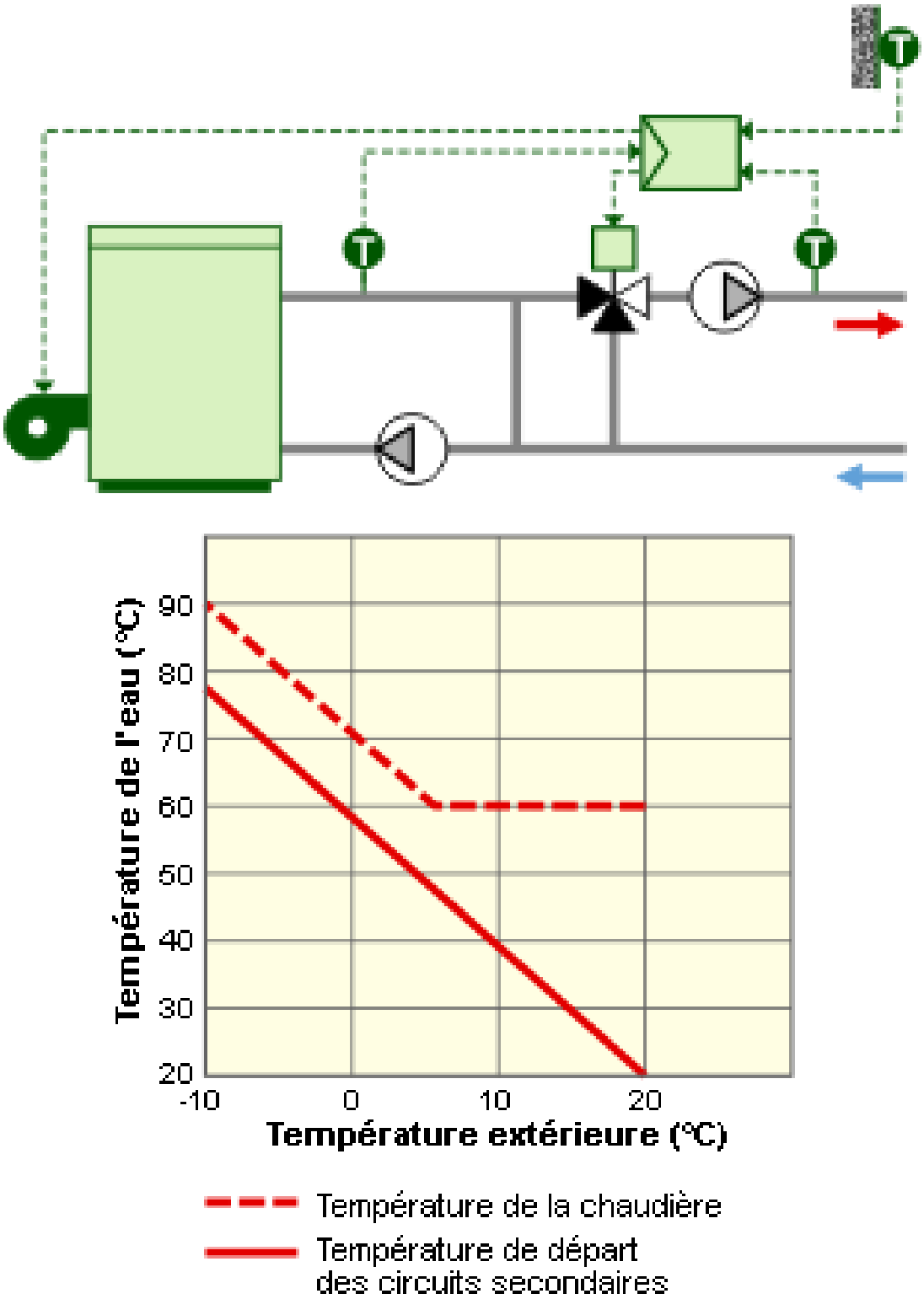
Si la chaudière est coupée complètement durant l'inoccupation du bâtiment, certains fabricants recommandent qu'au démarrage, la chaudière tourne dans "son propre jus" et monte en température, avant de s'ouvrir progressivement vers l'eau du circuit. Cela peut se faire au moyen d'un circulateur et d'une vanne 3 voies par chaudière.



Contrôle de la température retour au démarrage de la chaudière au moyen d'une vanne 3 voies et d'un circulateur par chaudière. Le circulateur sera temporisé à pour continuer à évacuer la chaleur de la chaudière après leur arrêt.

Régulation en température glissante avec limite basse

De plus, la température de départ de la régulation glissante peut avoir une limite basse afin de s'assurer d'une température de retour suffisante.



Conduite d'une chaudière en température glissante avec limitation de la température de départ de la chaudière, pour limiter les pertes de la chaudière et éviter les condensations dans la chaudière.

La régulation de la distribution

Découpage des circuits

A chaque "zone thermique homogène", son circuit spécifique.

C'est le critère essentiel pour une réalisation correcte de la régulation.

Idéalement, le découpage hydraulique coïncidera avec la répartition des locaux ayant des besoins similaires,

- similaires au niveau des plages horaires d'occupation essentiellement,
- similaires dans les sollicitations extérieures (soleil, vent,...), ce qui entraîne bien souvent un découpage par façade,
- dans une moindre mesure, similaires au niveau du type d'équipement de chauffage et au niveau de l'inertie du bâtiment.

Exemple :

Par exemple, dans une école, les locaux de classes et les couloirs attenants peuvent être sur un même circuit : leurs plages d'occupation sont similaires et il suffira de placer des vannes thermostatiques sur les radiateurs pour maintenir 16° dans les couloirs. Par contre, la salle de gymnastique devra disposer d'un circuit distinct si :

- *soit son occupation la distingue du reste de l'école (entraînements sportifs le soir, par exemple),*
- *soit son type de corps de chauffe est différent (des aérothermes sont toujours alimentés par de l'eau à haute température).*

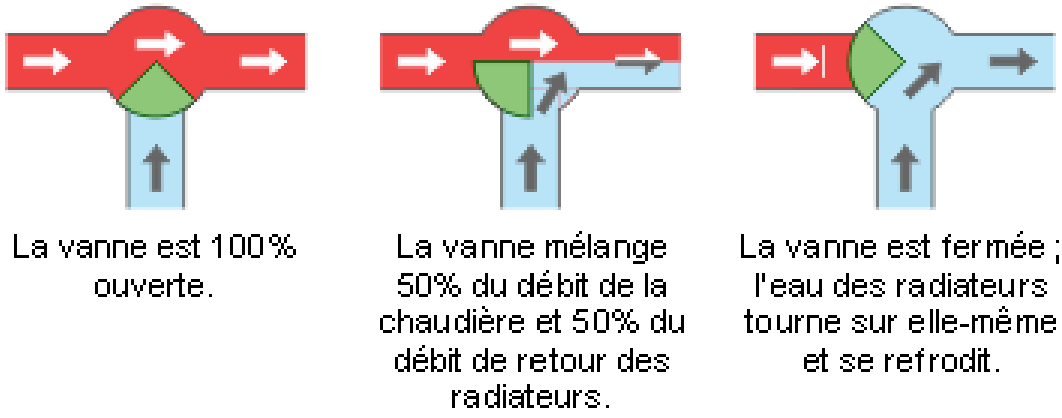
En rénovation, on travaille généralement sur base de circuits de distribution existants. Dès lors, si le découpage des circuits correspond à des zones thermiquement homogènes (un circuit pour les classes, un pour la salle de sports, etc...), une régulation spécifique par zone s'implantera facilement.

améliorer

Si par contre, des modifications nombreuses ont eu lieu depuis la conception du bâtiment et que les fonctions ne se superposent plus aux circuits initiaux, il faudra davantage user d'astuces ...

Régulation de chaque circuit

Chaque zone thermique est dotée d'une régulation qui lui est propre. Le plus souvent, dans le cas d'un chauffage par radiateur, ce sera une vanne trois voies qui règle la température de l'eau de départ de chaque circuit.


La vanne est 100% ouverte.
La vanne mélange 50% du débit de la chaudière et 50% du débit de retour des radiateurs.
La vanne est fermée ; l'eau des radiateurs tourne sur elle-même et se refrodit.

Fonctionnement d'une vanne mélangeuse :
elle mélange l'eau chaude de la chaudière et l'eau froide de retour des radiateurs pour obtenir la température d'eau voulue.

Toute la difficulté consiste à trouver le "témoin" fidèle des besoins de la zone. C'est pourquoi, traditionnellement, on utilise la température extérieure car si la température extérieure descend, le besoin de chauffage augmente. Ce lien n'est que grossièrement valable et d'autres témoins doivent souvent être trouvés.

Par exemple, il est intéressant de choisir un régulateur dont le réglage de la courbe de chauffe peut être automatiquement ajusté (décalage automatique de la courbe) en fonction :

- d'une sonde d'ensoleillement (pour un circuit alimentant une façade sud),
- d'une sonde de vent (pour les immeubles de grande hauteur),
- ou d'une sonde d'ambiance (nécessaire aussi pour gérer l'intermittence avec un optimiseur). cette dernière possibilité permettra de pallier les difficultés de réglage "manuel" de la courbe de chauffe.

Evidemment, on aura compris que ces différentes sondes, appelées "sondes de compensation" ne peuvent pas être utilisées si le circuit de chauffage dessert des locaux d'orientation différente ou avec des apports internes de chaleur différents.

Exemple : la réglementation thermique française

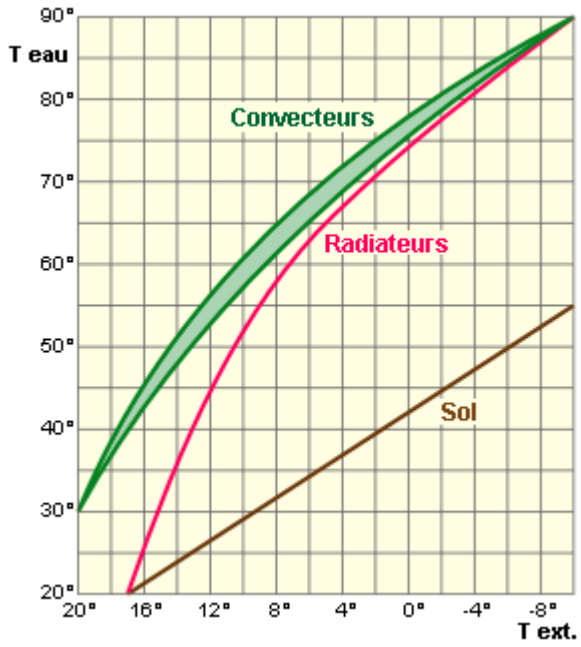
La réglementation thermique française RT 2000 impose des caractéristiques minimales à toute installation de chauffage équipant un bâtiment neuf. Il faut ainsi qu'une installation qui dessert une surface de plus de 400 m² comprenant plusieurs locaux, dispose d'un ou de plusieurs dispositifs centraux de réglage automatique de la fourniture de chaleur au minimum en fonction de la température extérieure. Un même dispositif ne peut desservir une surface de plus de 5000 m².

Différents corps de chauffe

Attention, le type de courbe de chauffe choisie dépend du comportement des corps de chauffe : la puissance émise par un radiateur ne variera pas de la même façon à une variation de température d'eau, qu'un convecteur ou qu'un chauffage par sol.

Certains régulateurs comportent donc la possibilité d'adapter la forme de la courbe de chauffe aux corps de chauffe choisis. C'est pourquoi, on ne peut mélanger sur un même circuit, régulé en fonction de la température extérieure, des convecteurs et des radiateurs.

Exemple :



Courbes de chauffe typiques en fonction du type de corps de chauffe.

Les pentes programmées sont de (70° / 25°) = 2,8 pour les radiateurs, de (60° / 28°) = 2,1 pour les convecteurs et de (35° / 25°) = 1,4 pour le chauffage par le sol. Pour les convecteurs, la courbure de la courbe de chauffe augmente lorsque la hauteur du convecteur diminue.

La régulation locale

Le bâtiment est découpé en zones. Chaque zone a son circuit, avec une température d'eau préparée en fonction de ses propres besoins (sonde extérieure, programmation horaire,...). Reste que chaque local peut avoir des besoins différents de celui de sa zone ! ... De plus, la seule régulation en fonction de la température extérieure ne tient pas compte d'une série d'éléments perturbateurs :

- renouvellement d'air variable du bâtiment en fonction du vent,
- apports internes (occupants, bureautiques, …) variables en fonction des locaux,
- apports externes (soleil, ombre d'un bâtiment voisin, …) variables,
- l'impact d'une augmentation des pertes par ventilation sur la température intérieure est immédiat, celui d'une diminution de température extérieure, lent, du fait de l'inertie du bâtiment,
- déséquilibre thermique entre les corps de chauffe,
- …

Exemple :

Par exemple, dans une école, il faut préparer de l'eau pour l'ensemble des radiateurs des classes. Si dans un local 8 élèves sont présents, il doit faire bon. Si dans le local voisin 25 élèves sont présents, la température risque de s'élever rapidement (25 élèves x 70 W/élève = 1 750 W, soit l'équivalent d'un radiateur moyen chauffé à 80° !). Il est impératif de couper le chauffage dans ce local. On arriverait aux mêmes conclusions avec l'apport solaire par de larges baies vitrées.

Il est donc nécessaire de recourir à une régulation de l'ambiance local par local, en complément d'une régulation centrale en fonction des conditions extérieures :

- pour assurant le confort dans tous les locaux,
- sans surchauffe (et donc surconsommation) dans les locaux favorisés.

Choix d'une vanne thermostatique

La solution la plus facile à mettre en œuvre est la vanne thermostatique. Celle-ci permet de limiter le débit dans les corps de chauffe pour ne pas dépasser une température de consigne. Cette solution est quasi obligatoire dans tout local bénéficiant d'apports de chaleur internes et/ou externes plus importants que les autres locaux.

Attention, une vanne thermostatique ne peut agir que dans le sens de la réduction ! Aussi, il sera utile d'ajuster la régulation centrale sur les locaux les plus exigeants (locaux de coin, locaux sous la toiture, locaux au nord, ...).

Il n'est pas forcé de prévoir partout des vannes thermostatiques

Exemple :

Dans l'ensemble des locaux administratifs d'une école, par exemple, les besoins sont homogènes. Une régulation centrale du circuit peut être suffisante et il peut être tenu compte des influences diverses par la présence de 2 ou 3 sondes d'ambiance. On parle d'une régulation centralisée sur sonde extérieure, avec compensation par sondes d'ambiance (dont on prend la valeur moyenne).

On peut régler la proportion d'influence entre sonde extérieure et sonde intérieure.

Vannes "institutionnelles"

Il existe deux objections importantes au placement de vannes thermostatiques sur les corps de chauffe :

- Les occupants des bâtiments tertiaires ne savent pas comment on manipule une vanne thermostatique et parfois ne se sentent pas responsables de son réglage (exemple, les élèves d'une classe).

- En fonction du type de public, les tentatives de détérioration peuvent être fréquentes.

Heureusement, le matériel disponible sur le marché permet de répondre à ces objections, grâce aux vannes dites "institutionnelles". Ces vannes sont résistantes aux chocs. Leur organe de fixation est caché et la plage de réglage est bloquée.

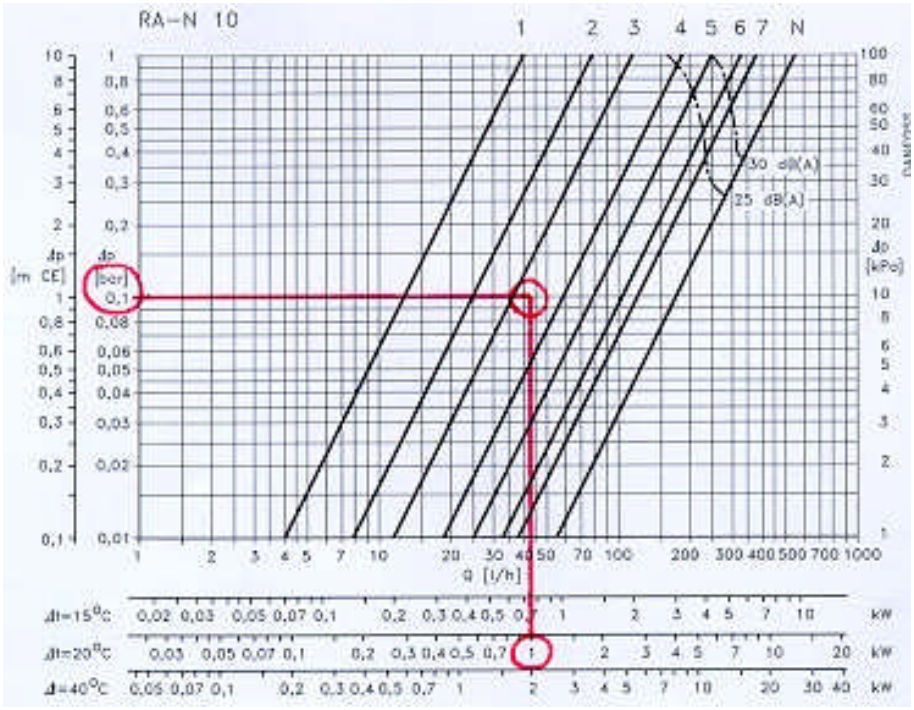
Vanne institutionnelle : le réglage de la consigne n'est pas accessible à l'occupant, elle résiste aux chocs (même d'un ballon de basket ...) et ne peut être facilement démontée.

Vannes avec préréglage du débit

Il est préférable de choisir un corps de vanne avec préréglage de débit incorporé. Certains fabricants ne commercialisent d'ailleurs plus que ces vannes.

En effet, ces vannes permettent de palier aux défauts d'équilibrage entre les corps de chauffe. Le réglage est plus facile avec ce type de matériel qu'avec les traditionnels tés de réglage dont on ne sait trop bien sur quelle position ils doivent être réglés.

Exemple :



Pour que la vanne thermostatique fonctionne correctement, le fabricant recommande une chute de pression dans la vanne de 0,1 bar (10 kPa ou 1 mCE).

Pour un radiateur de 1 kW (dimensionné en régime 90/70, soit un Δt de 20°C et un débit nécessaire de 1 [kW] / 1,16 [kW/m³.°C] / 20 [°C] = 43 [l/h]) et une perte de charge de la vanne de 0,1 bar, l'abaque ci-dessus indique que la vanne doit être préréglée sur une position comprise entre 3 et 4.

Le débit correct de chaque radiateur est ainsi réglé et la vanne thermostatique travaille dans des conditions adéquates.

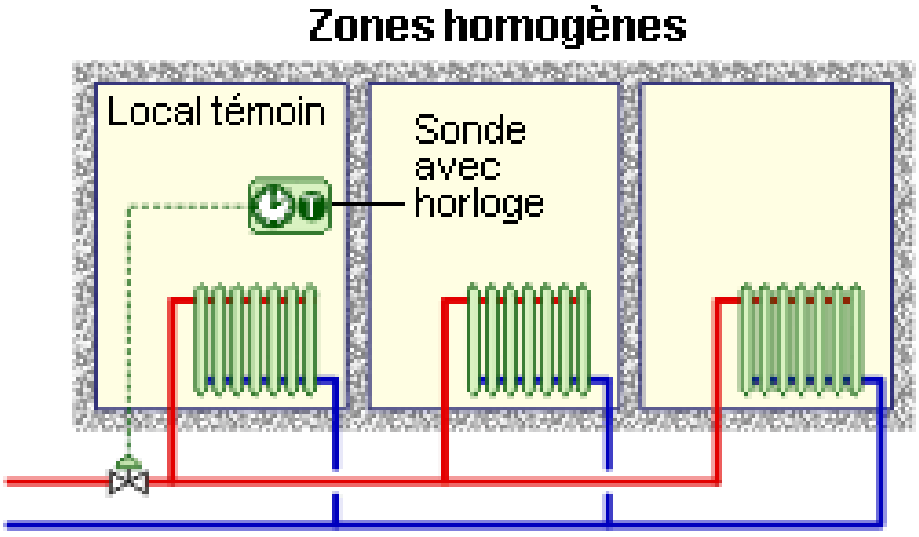
Type de sonde thermostatique

Les vannes dont le bulbe thermostatique est rempli de gaz réagissent nettement plus vite à toute variation de température intérieure, le gaz ayant une inertie thermique moindre que les liquides. Les fluctuations de températures seront dès lors moindres, ce qui est favorable à une meilleure maîtrise des consommations. Les vannes équipées d'un gaz sont cependant plus chères.

Vanne équipée d'un gaz et vanne équipée d'un liquide.

Régulation de zone

S'il est possible d'isoler en bout de circuit, une zone comprenant plusieurs locaux présentant les mêmes apports de chaleur gratuite, on peut simplifier la régulation locale en utilisant une vanne de zone commandée par un thermostat d'ambiance (placé dans un endroit représentatif).



Régulation locale au départ d'un local témoin, avec une vanne de zone motorisée et un thermostat d'ambiance.

Exemple :

Par exemple, le réfectoire d'une école pourrait avoir une régulation qui lui est propre sans forcément posséder son propre circuit depuis la chaufferie.

Dans ce cas, il faut que les occupants du local témoin soient conscients de leur impact sur le confort des autres locaux : il ne s'agit pas d'ouvrir les fenêtres, de fermer les vannes des radiateurs, de placer une armoire devant le thermostat, ...

Attention, on ne peut pas mélanger dans un même local n'importe quel thermostat d'ambiance et des vannes thermostatiques.

En effet, imaginons que la consigne du thermostat d'ambiance soit supérieure à la consigne donnée aux vannes. Lorsque cette dernière est atteinte, la vanne va se refermer. Le thermostat d'ambiance sera, lui, toujours en demande et restera puisque les vannes empêche la température de monter. Il en résultera :

- Un fonctionnement permanent de la chaudière si le thermostat d'ambiance agit sur le brûleur (cas d'une installation de type "domestique").

- Une ouverture complète et permanente de la vanne de zone.

Avec pour conséquence, surchauffe et surconsommation dans les locaux sans vannes thermostatiques.

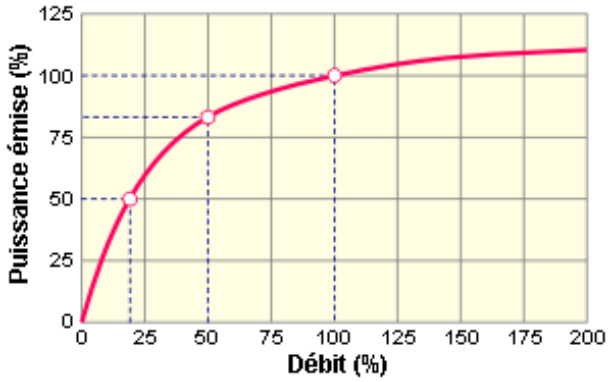
A l'inverse, si la consigne du thermostat d'ambiance est inférieure à la consigne donnée aux vannes, le thermostat arrêtera la fourniture de chaleur et les vannes seront en permanence insatisfaites et donc ouvertes en grand. Elles deviennent donc inutiles.

La solution idéale dans les installations de type « domestique » serait de placer un thermostat programmable SANS consigne de température pour les périodes de chauffe (représentée généralement par une tête thermostatique sur le bouton de sélection) avec des vannes thermostatiques dans CHAQUE pièce. Le réglage des vannes serait alors tout a fait libre en « période de chauffe » laissant l'occupant libre du choix des températures pièces par pièce alors qu'une consigne de limite de température inférieure minimale sera consignée sur le thermostat en tenant compte de la place qu'il occupe dans l'immeuble. Le rôle des têtes thermostatiques serait alors réel et l'apport d'une source de chaleur complémentaire comme un feu ouvert dans le living induirait seulement la fermeture des vannes de la zone ainsi chauffée tout en permetant toujours de maintenir la température de consigne des autres vannes (par expl dans une salle de bain).

S'il y a une régulation locale, la régulation centrale est-elle nécessaire ?

On pourrait penser que le travail de la vanne mélangeuse est superflu, qu'il suffit de préparer une seule température en sortie de chaudière et que les vannes thermostatiques feront le travail de modulation des débits et de la puissance fournie.

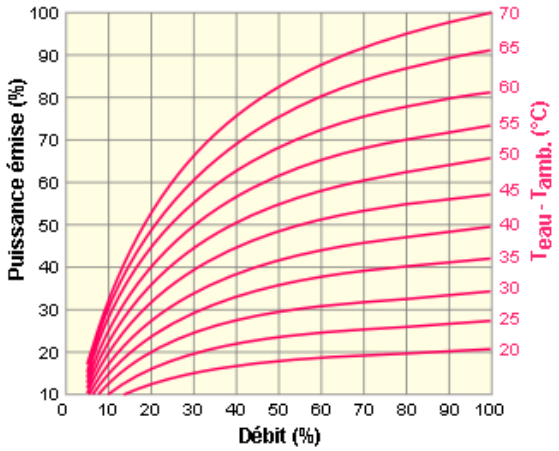
Ce raisonnement, parfois appliqué à tort dans les installations domestiques, est erroné.



Puissance émise par un radiateur lorsque son débit varie (100 % = débit nominal).

En effet, prenons un radiateur dont le régime normal équivaut à une entrée de l'eau dans le radiateur à 80° et une sortie à 60° (en plein hiver). Lorsque le débit du radiateur est freiné de moitié (50 %), la puissance du radiateur est encore de 80 % de sa valeur maximale. Pour diminuer la puissance du radiateur de plus de la moitié (moyenne de la saison de chauffe), il faut diminuer le débit en dessous de 20 %. Il faut travailler sur le dernier quart de la course de la vanne. Or celle-ci a une plage de travail de l'ordre de 0,3 .. 0,8 mm au total ! Si au mois d'avril, le radiateur est alimenté avec de l'eau trop chaude, la vanne va osciller (s'ouvrir et se fermer), "pomper" disent les spécialistes, et un sifflement désagréable apparaîtra. A noter que ce phénomène est amplifié si le circulateur est surdimensionné (c'est souvent le cas !).

Sans compter que les pertes de distribution sont plus importantes.



Puissance émise par un radiateur lorsque son débit et sa température d'eau varient (100 % = débit nominal).

Si on diminue la température de l'eau alimentant le radiateur, il est possible d'adapter sa puissance aux besoins tout en conservant une ouverture de la vanne suffisante pour son bon fonctionnement.

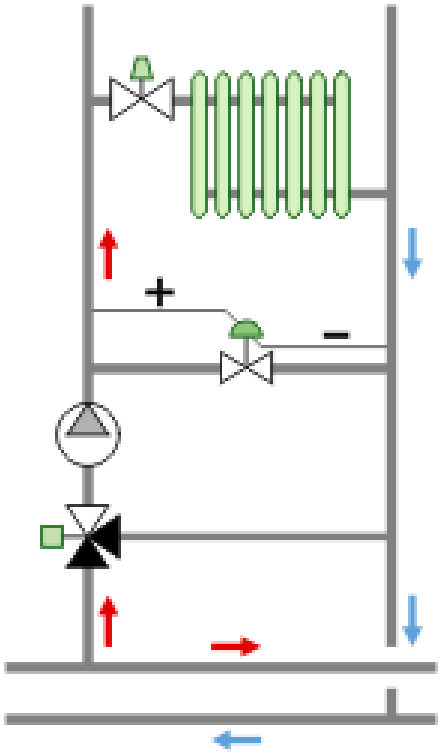
De plus, la régulation centrale est également nécessaire parce qu'elle permet une gestion globale des intermittences (nuit, week-end, vacances,...).

Soupape différentielle ou circulateur à vitesse variable

Attention : lorsqu'une vanne thermostatique se ferme, le débit d'eau est arrêté dans la branche qui va vers le radiateur. C'est comme lorsqu'un enfant bouche de son pouce l'embouchure du jet d'une fontaine, ... les autres jets sortent plus fort ! En fait, c'est la pression qui monte dans le réseau et tous les autres radiateurs voient leur débit augmenter. Toutes les autres vannes vont se fermer un peu plus...

Imaginons que vers midi quelques vannes soient encore ouvertes : elles reçoivent toute la pression de la pompe, elles ne s'ouvrent que d'une fraction de millimètre... et se mettent à siffler !

Une vanne thermostatique ne doit pas sentir si sa voisine vient de se fermer. Il est donc utile de stabiliser la pression du réseau. C'est le rôle de la soupape à pression différentielle. Placée après le circulateur, elle lâche la pression lorsque les vannes se ferment. En quelle que sorte, elle "déverse le trop plein vers le retour".



Lorsque les vannes thermostatiques se ferment, la pression augmente dans le réseau. La soupape différentielle s'ouvre alors pour renvoyer directement une partie de l'eau chaude vers le retour.

Encore faut-il pouvoir calibrer le niveau de pression maintenu entre le départ et le retour... Si l'installation est nouvelle, le bureau d'études connaît la pression nominale nécessaire. Si l'installation est ancienne, on ne pourra y aller que par essai successif en diminuant progressivement la pression. La pression manométrique du milieu de la courbe du circulateur (voir catalogue du fournisseur) est également une indication.

Force est de constater que la solution de la vanne à pression différentielle n'est pas très élégante ! Créer une pression à la pompe et la lâcher juste après, sur le plan énergétique, c'est un peu pousser sur l'accélérateur et le frein en même temps !

Actuellement, il est possible d'installer un circulateur à vitesse variable : la vitesse est régulée de telle façon que la pression du réseau reste constante. Si seulement quelques vannes sont ouvertes, il tournera à vitesse réduite. L'achat d'un circulateur avec régulateur de vitesse intégré est rapidement amorti durant l'exploitation.

Circulateur à vitesse variable.

L'emplacement des capteurs

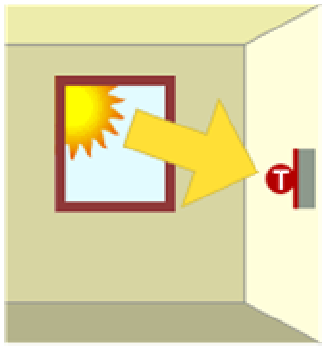
Le rôle d'un capteur est d'être un témoin fidèle ... de ce qu'il est censé mesurer ! Ce n'est pas toujours le cas :

- la sonde de d'ambiance d'un local est parfois influencé par le soleil qui lui tombe dessus à certains moments,
- la sonde placée sur la tuyauterie est parfois détachée et le contact ne se fait plus,
- ...

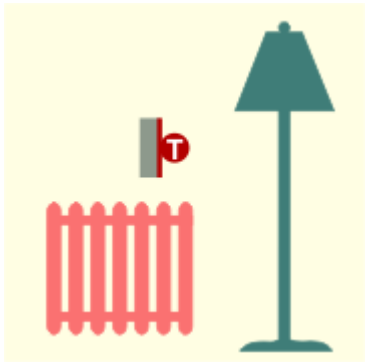
Par quelques graphiques, précisons les critères à respecter pour les sondes intérieures et extérieures.

Emplacement des sondes de température intérieures :

A éviter :

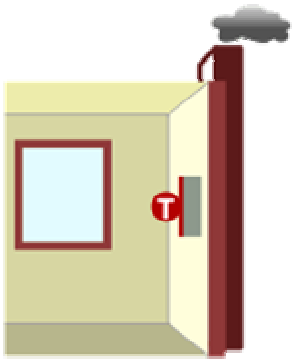


La sonde ne peut être soumise à l'ensoleillement.

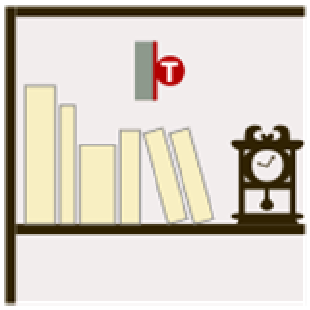


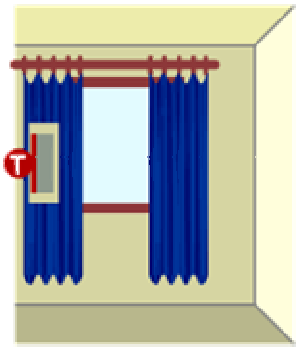
La sonde ne peut être influencée par une source de chaleur interne (éclairage, radiateur, ...)

La sonde ne peut pas être placée sur un mur extérieur.



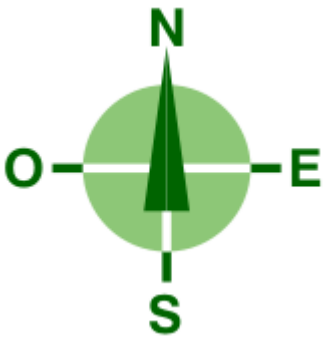
La sonde ne peut être placée contre une cheminée.





La sonde ne peut être placée dans un endroit clos, peu influencé par l'air ambiant (dans une niche, derrière une tenture, ...)

Emplacement des sondes de température extérieures :



S'il n'y a qu'une sonde pour le bâtiment, on la posera sur une façade nord-ouest ou nord-est.

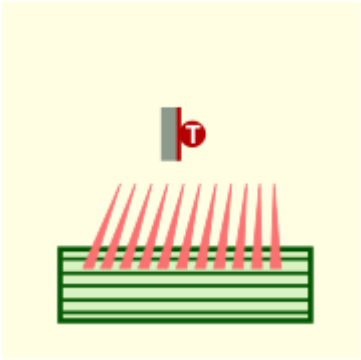
Elle doit être placée à une hauteur de 2 m à 2,50 m au-dessus du niveau du sol ou accessible à partir d'une fenêtre.

A éviter :

La sonde ne peut être soumise à l'ensoleillement direct.

La sonde ne peut être placée contre une cheminée.

La sonde ne peut être placée au dessus d'une fenêtre.



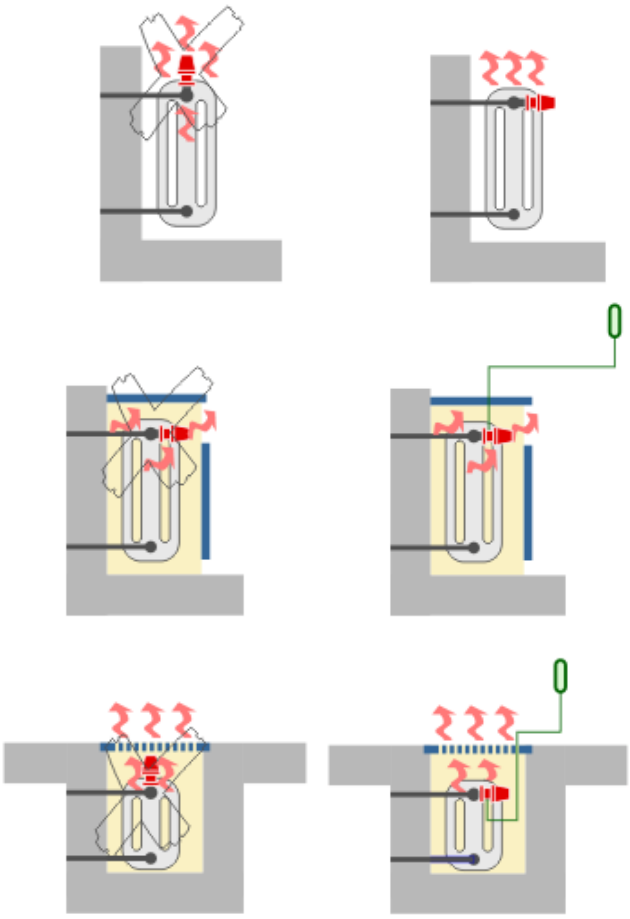
La sonde ne peut être placée au dessus d'une sortie de ventilation.

Emplacement des vannes thermostatiques (Cours de technologie chauffage : Accessoires / Les vannes thermostatiques)

Pour qu'une vanne thermostatique assure correctement son rôle, elle doit mesurer une température la plus représentative possible de la température ambiante. La tête de la vanne, comprenant l'élément thermostatique, ne doit pas être échauffé par le corps de chauffe. On peut repérer comme influences parasites :

- les coins de murs,
- l'air chaud s'élevant des tuyauteries ou du radiateur (vanne placée verticalement),
- un radiateur épais (radiateur de plus de 16 cm de large),
- des tablettes ou caches décoratifs (tablette située à moins de 10 cm du radiateur),
- des tentures,
- …

Si les conditions adéquates ne sont pas réunies, il sera nécessaire d'utiliser des vannes thermostatiques avec bulbe à distance.



Positionnements incorrects et corrects d'une vanne thermostatique.

Vanne thermostatique qui sera placée juste au-dessus d'un nouveau radiateur : jamais elle ne pourra travailler correctement.

L'intermittence et la dérogation

Pratiquer l'intermittence de chauffage en fonction de l'occupation ne peut conduire qu'à une économie d'énergie.

Celle-ci est entre autre fonction du type de régulation qui est appliquée.

Coupure complète

Le régulateur doit permettre une coupure complète de l'installation en période d'inoccupation. Au moment de la coupure, le régulateur doit :

- fermer la ou les vannes de régulation,
- arrêter le ou les circulateurs,
- et éventuellement arrêter le brûleur (si la chaudière peut fonctionner en très basse température).

La consigne de nuit sera surveillée par une sonde d'ambiance qui relancera l'installation si nécessaire (par exemple, si la température descend sous 16° en semaine et 14° le week-end).

Optimiseur

La technique qui maximalise l'économie réalisée est l'optimiseur auto adaptatif. Le principe de base du travail de l'optimiseur consiste à couper au plus tôt et à relancer au plus tard, tout en conservant le confort intact. C'est ainsi que la température moyenne intérieure sera la plus basse et que donc les économies seront les plus importantes.

Pour ce faire, l'optimiseur adapte automatiquement le moment de coupure et de relance en fonction de la température extérieure (sonde extérieure), de la température intérieure (sonde d'ambiance), l'inertie du bâtiment et la surpuissance disponible à la relance.

Attention cependant, le fonctionnement correct de l'optimiseur est lié :

- à la bonne conception des circuits hydrauliques,
- à l'emplacement correct des sondes d'ambiance,
- à la prise en compte de la puissance réellement disponible pour la relance (par exemple, si on bloque le fonctionnement d'une chaudière en fonction de la température extérieure),
- à la gestion de la vitesse des circulateurs électroniques (par exemple, si les circulateurs diminuent automatiquement leur vitesse pour la nuit, l'optimiseur doit gérer ce changement de vitesse, sinon il ne disposera pas de la puissance envisagée pour la relance).

Si ces conditions ne sont pas remplies, l'optimiseur ne pourra pas calculer le moment de la relance et risque d'anticiper tellement celle-ci que le ralenti disparaîtra.

Dérogation

Dans les bâtiments où des activités sont organisées en dehors des heures d'occupation normales, il doit être possible d'étendre la durée de fonctionnement de l'installation.

Quel que soit le mode de dérogation appliqué, il est important que le système se remette de lui-même en fonctionnement automatique. Une dérogation dont la fin serait gérée manuellement par les occupants risque rapidement de conduire à des oublis.

On peut imaginer :

- **Une horloge annuelle** : un gestionnaire peut encoder à l'avance les périodes d'occupation exceptionnelles au moyen d'une horloge. Ce système a comme avantage de centraliser la gestion auprès d'une seule personne est responsable, ce qui évite les erreurs de manipulation et permet un suivi de l'activité du bâtiments. Les inconvénients sont : la centralisation peut poser des problèmes en cas d'avance du responsable, une relance ou une suppression de la dérogation "improvisées" sont impossibles, de même qu'une modification en dernière minute, de la durée de chauffage programmée. Ce mode de gestion demande également souvent que la programmation soit possible depuis le bureau du gestionnaire (au moyen par exemple d'une « GTC »gestion technique centralisée).
- **Un bouton poussoir** : en utilisant un bouton poussoir, les occupants peuvent relancer l'installation pour une période donnée, par exemple 2 heures. Après cette période, le régulateur se remet tout seul en mode automatique. Cette fonction est intégrée d'office sur beaucoup de régulateur. Sur une installation existante, il est possible de l'intégrer au moyen d'un bouton poussoir et d'un relais temporisé raccordé au

régulateur en by passant la commande de l'horloge. Le gros avantage de ce système est de permettre une dérogation "improvisée" sans dépendre du gestionnaire. La relance se fait malheureusement pour des durées fixes (par exemple 2 heures) et ne permet pas une relance anticipée qui peut être nécessaire après une longue coupure.

Exemple :

D'autres informations peuvent permettre de passer d'un régime vers l'autre :

- *Un bouton-poussoir placé à l'entrée de la salle de sports, ou de la salle des fêtes, peut enclencher le chauffage et un détecteur de présence peut l'interrompre parce qu'aucune présence n'a été détectée dans le dernier quart d'heure.*

- *Dans une école d'Habay-La-Neuve, c'est le prof de gym qui enclenche l'installation de chauffage de la grande salle de sports en tournant la clef dans la porte d'entrée (un contact électrique enclenche un relais) et qui l'arrêtera en refermant derrière lui. Le temps de passage dans le vestiaire (dont le chauffage est programmé classiquement) est suffisant pour remettre la salle en température.*

L'essentiel est de trouver un témoin fidèle de l'occupation (l'éclairage ? l'ouverture d'une porte ? d'un sas ? ...). Bien sûr, pour diminuer le temps de remise en température, ce type d'action sous entend soit une faible inertie des parois, soit une température de "veille" pas trop différente de celle de fonctionnement.

Rappelons qu'envisager des possibilités de dérogation peut également influencer le découpage hydraulique choisi : il faut essayer de circonscrire les activités "exceptionnelles" sur un même circuit de distribution de manière à réduire au maximum la zone chauffée.

Fonctions annexes

Le régulateur choisi peut intégrer les fonctions complémentaires suivantes :

- **La programmation horaire** : idéalement, le régulateur doit permettre, en fonction des besoins, d'encoder des programmes de fonctionnement journaliers (coupure de nuit), hebdomadaires (coupure de week-end) et annuels (coupure de vacances).

- **La température d'inoccupation** : en période de coupure, on a toujours intérêt à abaisser au maximum la température de consigne. Cependant, une température inférieure à environ 9°C risque de poser des problèmes de condensation dans les locaux. De plus, en fonction de la surpuissance de l'installation, un abaissement de température excessif peut poser des problèmes de relance pour les températures extérieures extrêmes. Le régulateur peut alors remonter automatiquement la température de nuit en fonction de la température extérieure.

Exemple :

Par exemple, lorsque la température extérieure descend au-dessous de 5°C, la température de consigne de nuit augmente de 0,7°C par °C extérieur.

Si la température extérieure est de - 5°C, la consigne de nuit sera réglée automatiquement à :

9 [°C] + 0,7 [°C] x (5 [°C] - (- 5 [°C])) = 16 [°C]

- **La compensation de l'effet de paroi froide** : lors de la remontée en température, quand on atteint la température de consigne, le régulateur peut continuer à envoyer toute la puissance, pendant un temps programmé, pour éviter un inconfort du fait du « rayonnement froid » des parois du local non complètement réchauffées. En réalité, aucun rayonnement froid des parois n'existe mais bien un rayonnement infrarouge émis par notre corps chaud qui se perd vers les parois froides…

Analogique ou digital ?

Nous vivons une période charnière où deux types d'équipements de régulation coexistent : la régulation analogique traditionnelle et la régulation numérique (encore appelée régulation digitale ou DDC, Direct Digital Control).

Régulateurs analogique et digitaux.

L'évolution des technologies nous entraîne vers l'installation d'équipements numériques. Tous les arguments ne jouent cependant pas en ce sens :

Pour le digital

Un raisonnement de bon sens nous porterait à dire : achetons dès aujourd'hui du numérique, demain nous pourrons centraliser toute la gestion des équipements et, par exemple, la gérer à distance par modem (quel bonheur de pouvoir de chez soi contrôler l'origine de la panne signalée par un enseignant, plutôt que de devoir aller voir sur place... souvent pour rien).

L'ennui, c'est qu'actuellement les protocoles de communication ne sont toujours pas compatibles : la marque X parle chinois et la marque Y parle arabe, impossible de les mettre sur le même bus ! On attend une uniformisation du même type que celle qui a eu lieu dans le domaine informatique (PC IBM compatible, DOS, Windows Microsoft). Actuellement, choisir une marque de régulateur, c'est pratiquement se résoudre à rester dans la même marque dans le futur pour assurer la compatibilité des connexions !

Contre le digital

Le régulateur numérique reste souvent une "boîte noire". Dans la pratique, nous constatons souvent une difficulté de lecture des paramètres de ces régulateurs par le gestionnaire.

Aucun contrôle de la régulation n'est alors possible et une intervention du technicien d'exploitation devient (très) difficile. Si un mode d'emploi clair explique le paramètrage (à exiger donc !), c'est gérable, mais encore faut-il que ce mode d'emploi ne se perde pas. Le seul recours est alors de faire appel au chauffagiste. En cas de changement de ce dernier, il est fort probable que le paramètrage soit perdu et le régulateur déconnecté par le gestionnaire (cas vécu).

En conclusion, la régulation numérique permet des possibilités de régulation quasi illimitées. Cependant, nous constatons sur le terrain que plus le schéma de régulation est complexe et plus le paramétrage des régulateurs est "obscur", plus le risque de voir la régulation incontrôlable et incontrôlée est grand.

On risque donc d'obtenir le résultat inverse de celui souhaité, avec à l'extrême un retour en mode manuel.

Cette conclusion est évidemment à nuancer en fonction du type de bâtiment et de structure de gestion technique des équipements : un hôpital n'est pas une école primaire.

Fonctions annexes

Arrêt des circulateurs

Si une vanne se ferme ou si le brûleur s'arrête, signifiant l'absence de besoin de chauffage, il est inutile de maintenir les circulateurs en fonctionnement. Cela doit être prévu dans la régulation, de même qu'une temporisation (d'environ 6 minutes) à l'arrêt pour permettre une évacuation complète de la chaleur contenue dans l'eau.

Les régulateurs permettant cette fonction comprennent généralement aussi une fonction "dégommage" des circulateurs. C'est une fonction qui remet les pompes en marche pendant 30 secondes, par exemple toutes les 24 heures. Pour éviter l'entartrage et le blocage de celles-ci. Cette fonction peut également être appliquée aux vannes motorisées.

On peut également prévoir la commutation automatique des pompes jumelées lorsqu'une tombe en panne et également à intervalle régulier (toutes les 150 h par exemple).

Détection des pannes

Il peut être également très utile de choisir des régulateurs capables de détecter eux-mêmes et d'afficher les différentes pannes pouvant apparaître dans les équipements de mesure et les fonctions de régulation.

Exemples :

- *court-circuit ou coupure dans le câblage des sondes,*
- *écart trop important de la température de départ,*
- *modification trop rapide ou écart trop grand de la température ambiante,*
- ..

Communication

La gestion à distance des équipements (modification des paramètres, repérage des pannes, mise en dérogation, ...) apporte un plus dans la conduite des installations.

Pour qu'à terme, l'installation puissance être raccordée à un système de gestion technique centralisée (GTC), il faut dès le départ choisir un matériel dit "communiquant" (et pour être à l'abri des problèmes de protocole de communication, de la même marque que les autres régulateurs).

Suivi des consommations

La mise en place d'une nouvelle régulation constitue un moment clé pour l'implantation de compteurs dans l'installation. On peut envisager ainsi :

- Le comptage de la chaleur délivrée vers une zone du bâtiment, en plaçant un compteur d'énergie thermique. Il va mesurer le débit d'eau qui alimente la zone et l'écart de température entre l'entrée et la sortie. Un petit processeur fera alors le calcul et affichera les kWh consommés. Ceci part d'un principe de management très efficace : décentraliser les budgets auprès des consommateurs finaux. Si la section primaire de l'école occupe une aile du bâtiment, et qu'un circuit distinct l'alimente (ou s'ils sont situés sur la fin du circuit), le compteur thermique leur donnera leur propre consommation. Leur motivation dans la gestion des consommations sera renforcée et remboursera rapidement l'investissement dans le compteur, sans compter l'absence de conflits liés à la répartition arbitraire. Mieux ! Pour un prix de l'ordre de 750 €, il existe des vannes deux voies dont l'ouverture est commandée par un thermostat d'ambiance, et qui comptent simultanément l'énergie véhiculée (ce sont des vannes qui assurent généralement la régulation et la répartition des frais de chauffage dans les immeubles à appartements multiples).

- Le comptage de la consommation de fuel, par un simple compteur fuel sur la vanne magnétique de la ligne gicleur : cela permet de faire un suivi régulier des consommations et de détecter une anomalie de fonctionnement, ce que la jauge ne permet pas.

- Le comptage de l'eau sanitaire : vu l'augmentation rapide du coût de l'eau, il devient un plus dans la surveillance des fuites et autres chasses d'eau cassées.

- Le comptage de l'appoint d'eau du circuit de chauffage : on rencontre parfois des installations où le concierge ajoute chaque jour un appoint d'eau sans que personne ne s'inquiète. Et pourtant, l'eau fraîche régulièrement ajoutée apporte également beaucoup d'oxygène en suspension, oxygène qui est un des principaux agents de corrosion. Avec un petit compteur de débit placé sur le tuyau de raccordement de l'eau de ville vers le réseau de chauffage, une évaluation du problème est possible ...

- Le comptage des degrés/jours : sur base des relevés de la sonde extérieure, le régulateur peut fournir les degrés/jours, chiffre indicateur du froid qu'il fait. Cela permet une gestion efficace des consommations par le rapport consommation/degrés/jours.

Suivi des paramètres de régulation

En pratique, il n'est pas rare de rencontrer des installations de régulation dont personne ne connaît très bien le mode fonctionnement... Les schémas sont perdus, les modes d'emploi sont introuvables, ...

Il sera donc toujours utile de prévoir dès le début de la nouvelle installation la mise en place de son suivi :

- La présence d'une copie des schémas hydrauliques et des schémas de régulation dans la chaufferie.

- L’indication des caractéristiques de tous les appareils (lorsqu’un circulateur tombe en panne, on le remplace provisoirement par celui disponible en réserve, le provisoire devient définitif,... et on a perdu toute référence du circulateur correct !).

- La présence d’un carnet de bord qui signale le réglage initial des paramètres et les modifications réalisées durant la vie de l’installation, outil qui aide le petit nouveau qui vient remplacer celui qui part à la pension !

Ces conseils semblent scolaires, ... ils sont pourtant vraiment très utiles en pratique.

Gestion Technique centralisée (GTC) ?

Que peut apporter une GTC ?

Local de gestion centralisée au Collège St Paul à Godinne (il n’a pas été possible d’obtenir de photo de la nouvelle gestion centralisée qui équipe depuis peu la ville de Liège)

La motivation paraît double :

- Organisationnelle avant tout. Il s'agit d'améliorer l'efficacité de la gestion des hommes chargés de la maintenance, de réduire les déplacements inutiles, de mieux préparer le matériel nécessaire pour l'intervention, voire de mieux suivre le travail effectif de chaque ouvrier. L'amélioration du confort dans les bâtiments s'ensuivra par une gestion très rapide des alarmes : une anomalie sera corrigée avant même que l'occupant ne sen aperçoive (donc pas de plaintes !). ce type

de gain est difficilement chiffrable ...

- Energétique ensuite. L'intelligence restant au niveau de la chaufferie, la télégestion n'assure qu'un transfert de l'information. A première vue, l'amélioration semble nulle par rapport à une régulation locale correcte. Cependant l'expérience des gestionnaires ayant fait le choix d'une GTC montre que ce poste est plus important qu'on pourrait le penser a priori.

En effet, il apparaît que :

- Dans les 6 mois qui suivent l'installation, de nombreuses mises au point sont effectuées grâce aux historiques transmis par la télégestion (comportement du système la nuit, le W-E, ...). A titre d'exemple, on peut citer l'adaptation de la courbe de chauffe d'un bâtiment ou le repérage d'un défaut sur une sonde, actions très facilitées par la présence d'une télégestion.

- Les installations sont mises en dérogation manuelle plus souvent qu'on ne le croit. Le rôle "d'espion" permanent de la télégestion permet des économies réelles, quoique difficilement chiffrables. En fait, l'économie dépendra de la situation initiale. Sur un bâtiment en chauffage quasi continu, 30 % d'économie sont possibles. Mais au départ d'un bâtiment muni d'une régulation correcte et régulièrement vérifiée, on ne peut espérer plus de 5 % d'économie d'énergie supplémentaire par l'installation d'une télégestion.

A ceci, viennent s'ajouter des besoins complémentaires éventuels qui améliorent la rentabilité de l'opération : le contrôle des accès, la prévision du remplissage des cuves, le suivi des consommations d'eau, ...

Exemple :

Dans l'institution de Monsieur M., un supplément de 10 000 € a été dépensé en consommation d'eau l'an dernier, suite à des fuites non détectées. Un programme de télégestion peut déclencher un message d'alarme si un compteur d'impulsion l'informe des consommations anormales.

Quelle GTC ? (gestion technique centralisée)

Le principal critère de choix entre une GTC réalisée avec un système propriétaire lié à une seule marque pour les régulateurs et la supervision ou un système plus ouvert permettant l'intégration d'appareil de marque différente mais utilisant des "standards" de communication, se situe au niveau de l'ampleur du bâtiment et des équipements à gérer.

Dans un bâtiment de taille moyenne (une école par exemple) un système propriétaire pour ne gérer que les installations de chauffage conviendra tout à fait.

Dans un bâtiment de taille plus importante où l'on veut étendre le système de gestion à d'autres systèmes que le chauffage (éclairage, stores, intrusion, incendie, ...), on sera presque obligé de se tourner vers un système utilisant les standards "LON", "EIB", "KONNEX", ...

Dans tous les cas, il faut être attentif lorsque l'on se lance dans un projet de GTC à différents critères de choix. Notamment :

- l'existence d'une liste de prix clairement publiée et complète,
- un engagement éventuel sur des prix durant x années lors de l'acquisition du système de supervision (on pourrait imaginer une adjudication pour tous les bâtiments existants, avec contrat à long terme (10 ans) sur un pourcentage de variation de prix),
- la fiabilité dans le temps de la société de régulation,
- l'accès à l'information sur le fonctionnement des systèmes (mode d'emploi, formation, ...),
- le besoin éventuel de recourir à un contrat de maintenance (ces deux derniers points sont liés à la lisibilité des messages par le personnel de maintenance),
- les possibilités d'adaptation des programmes de gestion des équipements si ceux-ci sont modifiés (par exemple, le remplacement d'une chaudière par deux plus petites en cascade nécessite-t-il une reprogrammation par le constructeur ?),
- la lisibilité des informations prévues par le logiciel de supervision. Le prix annoncé comprend-t-il un synoptique de l'installation ou simplement un listing des états et valeurs des entrées/sorties ?

Quel que soit le choix réalisé, il est essentiel d'avoir en tête que le coût le plus élevé sera celui accordé au software. Tout programme spécifique (mise au point d'une communication entre deux régulateurs de protocole différents, par exemple) sera hors de prix par rapport à l'acquisition d'un hardware compatible ...

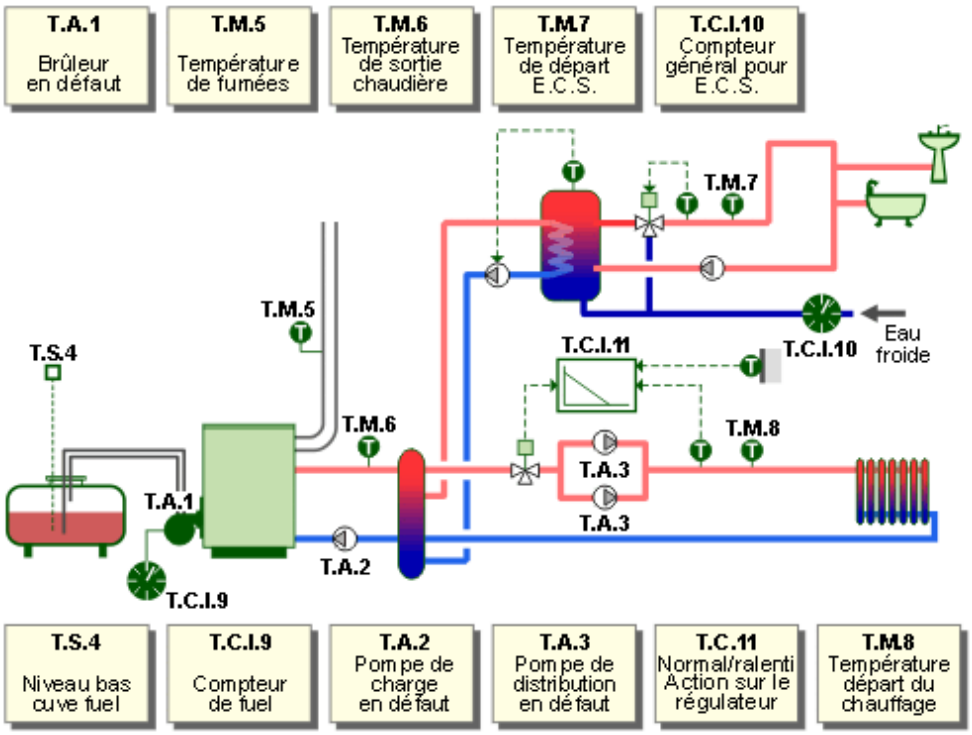
Préalablement à la consultation des différents constructeurs, il est utile de réfléchir :

- aux techniques que l'on souhaite surveiller dans chaque bâtiment (chauffage, éclairage, eau, incendie, ...),

- aux informations qu'il sera nécessaire de renvoyer vers le poste de contrôle pour chacune de ces techniques,

- et donc au nombre d'entrées et de sorties à prévoir pour chaque application. Ce seront ces "points" qui définiront la taille du système et donc son coût.

Exemple des points envisageables dans une chaufferie pour sa télégestion.



Signalisations TS

- *Marche/arrêt : pompes, brûleurs, ventilateurs, surpresseurs*
- *Fin de course : vannes*

Alarmes TA

- *Disjoncteur : général, pompes, brûleurs, ventilateurs.*
- *Dépassement de limite : température de fumées, niveau de cuve fuel, température chaudière, température ECS. température eau départ, température eau retour, pression eau, pression gaz, débit.*
- *Anomalies : brûleur, incendie, fuite gaz, fuite d'eau.*
- *Intrusion : ouverture porte local, ouverture porte coffret.*

Comptage d'impulsion TCI

- *Débits : fuel, gaz, vapeur, eau.*

- *Energie : électrique, thermique consommée, thermique produite.*

Comptage horaire THI

- *Fonctionnement : pompes, brûleurs, ventilateurs, surpresseurs.*

Mesures TM

- *Température eau : départ chauffage, retour chauffage, écart départ-retour, boucle ECS, ballon ECS.*
- *Température air : extérieur, locaux témoins.*
- *Autres températures : fumées.*
- *Pressions : eau, vapeur, gaz.*
- *Niveaux : fuel.*

Commandes TC

- *Marche/arrêt : pompes, brûleurs, ventilateurs, ralenti chauffage, boucle ECS.*
- *Ouverture/fermeture : vannes.*

Réglages TR

- *Consignes de régulation : température de départ, température d'ECS, température ambiante, courbe de chauffe.*
- *Position : vanne.*

On vérifiera également si le logiciel de supervision est prévu pour créer une alarme sur base des informations transmises. Par exemple, lire les consommations d'eau constitue une première étape, mais pouvoir définir les paramètres qui entraînent une alarme dans un logiciel de gestion standard sera tout aussi important (exemple : une alarme est déclenchée si la consommation de nuit dépasse x m³). Si ce logiciel doit être réalisé à la carte, la démarche risque d'être coûteuse.

Exploitation de la GTC

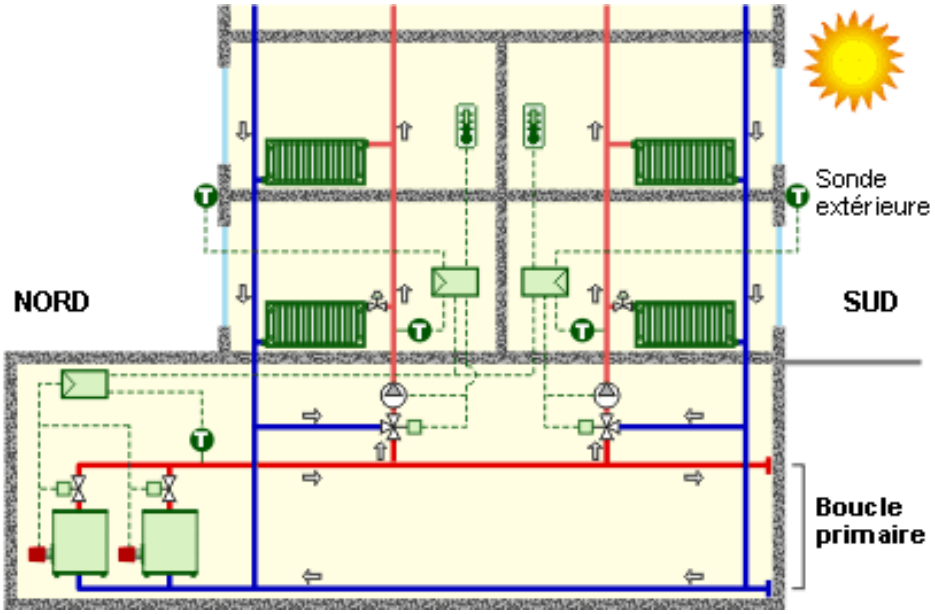
La mise en place d'un système de télégestion entraîne également une modification de la distribution des tâches au sein de l'équipe technique. Si l'organisation est assurément améliorée, c'est notamment parce qu'une personne du cadre assure un suivi régulier des installations. Celle-ci doit avoir une compétence minimale en HVAC et une connaissance physique des installations gérées pour pouvoir interpréter les mesures et les pannes constatées. Par exemple, la baisse de la température de l'ambiance peut provenir de diverses causes. Si son rôle se limitait à répercuter le message d'alarme à l'équipe de maintenance, une part de l'intérêt de l'opération serait perdue ...

Une efficacité accrue de l'équipe d'intervention se réalise donc moyennant un investissement plus important du staff de maîtrise.

Investir plus tard ?

Dans tous les cas, le problème de télégestion doit être posé. Même si aucune réalisation n'est envisagée à court terme, il est utile d'investir actuellement dans du matériel "communiquant", avec la perspective qu'une gestion centralisée puisse avoir lieu dans le futur.

Synthèse : les 6 principes de base



Principe de régulation d'une installation de chauffage équipée de deux chaudières à grand volume d'eau et pouvant travailler en très basse température (ou chaudière à condensation).

	Les chaudières sont régulées en cascade par action sur leur brûleur, leur vanne d'isolement et leur circulateur éventuel.
	La température des chaudières suit au plus près la température des circuits secondaires de distribution (sauf si chaudière ne pouvant descendre en température, production instantanée d'eau chaude sanitaire combinée ou collecteur primaire bouclé).
	Chaque zone d'occupation et de besoin homogènes dispose de son propre circuit de distribution dont la température d'eau est régulée en fonction d'un thermostat d'ambiance ou le plus souvent d'une sonde extérieure.

	Chaque circuit dispose un thermostat d'ambiance qui permet de gérer la température d'inoccupation et éventuellement d'ajuster le réglage de la courbe de chauffe dans le cas d'une régulation en fonction de la température extérieure.
	Les locaux profitant d'apports de chaleur plus importants que les autres sont équipés de vannes thermostatiques le plus souvent "institutionnelles".
	L'intermittence est gérée par un optimiseur qui assure une coupure complète des circuits de distribution et éventuellement des chaudières et calcule automatiquement le moment de la coupure et de la relance en fonction des températures intérieure et extérieure.

Cas particulier des petits bâtiments

On définit comme petit bâtiment, un bâtiment dont le circuit de chauffage est unique et directement alimenté par la chaudière. Ce mode de conception s'apparente aux installations domestiques.

Si on choisit une chaudière très basse température (ou à condensation), ce que nous recommandons, la régulation centrale agira directement sur la chaudière :

- Un thermostat d'ambiance commande le brûleur et le circulateur. Le fonctionnement de ce dernier est temporisé pour anticiper l'allumage du brûleur (et éviter un allumage sans circulation) et, à l'arrêt, pour évacuer la chaleur résiduelle contenue dans l'eau. En dehors des demandes du thermostat, l'ensemble de l'installation est mis à l'arrêt. Le thermostat permettra un ralenti grâce à deux températures de consignes différentes. Des vannes thermostatiques affinent le réglage de température dans les locaux ne comprenant pas le thermostat d'ambiance s'ils présentent des apports de chaleur plus importants que le reste du bâtiment ou demandent une température de consigne moindre.

- Une sonde extérieure qui adapte la température de l'eau de la chaudière. Dans ce cas, le circulateur fonctionne en continu durant la saison de chauffe. Ce système est utilement complété par une sonde d'ambiance pour gérer la température en période de ralenti (le circulateur peut être arrêté lors de la coupure). Des vannes thermostatiques dans chaque local doivent prendre en compte les apports de chaleur particuliers.

Nous ne disposons pas de données chiffrées neutres qui nous permettrait de départager ces deux solutions d'un point de vue énergétique (la combinaison des 2 est aussi envisageable). La première solution est plus classique mais demande de trouver un local témoin représentatif.